

C

ONTENIDO

UNIDAD I

INTRODUCCIÓN A LA FISIOLÓGÍA: FISIOLÓGÍA GENERAL Y CELULAR

1. Organización funcional del cuerpo humano y control del «medio interno»	3	Nucléolo y formación de los ribosomas	18
Las células como unidades vivas del cuerpo . . .	3	Comparación entre la célula animal y las formas de vida precelulares	19
Líquido extracelular: el medio interno	3	Sistemas funcionales de la célula	19
Mecanismos «homeostáticos» de los principales sistemas funcionales	4	<i>Ingestión por parte de la célula: endocitosis .</i>	19
<i>Homeostasis</i>	4	<i>Digestión en la célula de las sustancias extrañas pinocíticas y fagocíticas: función de los lisosomas</i>	20
<i>Sistema de transporte del líquido extracelular: el sistema circulatorio.</i>	4	<i>Síntesis y formación de las estructuras celulares por el retículo endoplásmico y el aparato de Golgi</i>	21
<i>Origen de los nutrientes del líquido extracelular</i>	5	<i>Extracción de energía a partir de los nutrientes: función de la mitocondrias</i>	23
<i>Eliminación de los productos finales del metabolismo</i>	5	<i>Locomoción de las células</i>	25
<i>Regulación de las funciones corporales</i>	6	Bibliografía	27
<i>Reproducción</i>	6		
Sistemas de control del cuerpo	6	3. Control genético de la síntesis proteica, de la función celular y de la reproducción celular .	29
<i>Ejemplos de mecanismos de control</i>	6	Los genes	29
<i>Valores normales de algunos constituyentes importantes del líquido extracelular</i>	7	<i>Código genético</i>	31
<i>Características de los sistemas de control</i>	8	El código del ADN se transfiere a un código de ARN: el proceso de la transcripción	31
Resumen: automatismo del cuerpo	10	<i>Síntesis de ARN</i>	32
Bibliografía	10	<i>Ensamblaje de la molécula de ARN a partir de los nucleótidos activados utilizando la hebra de ADN como molde: el proceso de la «transcripción»</i>	32
		<i>ARN mensajero: los codones</i>	33
2. La célula y su función	11	<i>ARN de transferencia: los anticodones</i>	33
Organización de la célula	11	<i>ARN ribosómico</i>	34
Estructura física de la célula	12	<i>Formación de las proteínas en los ribosomas: el proceso de la «traducción»</i>	34
<i>Estructuras membranosas de la célula</i>	13	Síntesis de otras sustancias en la célula	36
<i>El citoplasma y sus organelas</i>	15	Control de la función genética y de la actividad bioquímica de las células	36
<i>Núcleo</i>	17	<i>Regulación genética</i>	36
<i>Membrana nuclear</i>	18	<i>Control de la función intracelular mediante regulación enzimática</i>	38

El sistema genético-ADN controla también la reproducción celular	39
<i>La reproducción celular empieza con la replicación del ADN</i>	39
<i>Cromosomas y su replicación</i>	40
<i>Mitosis celular</i>	41
<i>Control del crecimiento y la reproducción celular</i>	41
Diferenciación celular	42
Cáncer	43
Bibliografía	44

UNIDAD II

FISIOLOGÍA DE LA MEMBRANA, DEL NERVIO Y DEL MÚSCULO

4. Transporte de sustancias a través de la membrana celular	47
Barrera lipídica y proteínas de transporte de la membrana celular	47
Difusión	48
<i>Difusión a través de la membrana celular</i> ...	49
<i>Difusión a través de los canales proteicos y «apertura» de estos canales</i>	49
<i>Difusión facilitada</i>	51
<i>Factores que afectan a la tasa neta de difusión</i>	52
<i>Ósmosis a través de membranas selectivamente permeables: «difusión neta» de agua</i>	53
Transporte activo	55
<i>Transporte activo primario</i>	56
<i>Transporte activo secundario: cotransporte y contratransporte</i>	57
<i>Transporte activo a través de láminas celulares</i>	59
Bibliografía	59
5. Potenciales de membrana y potenciales de acción	61
Bases físicas de los potenciales de membrana ..	61
<i>Potenciales de membrana originados por difusión</i>	61
<i>Determinación del potencial de membrana</i> ...	63
Potencial de membrana de reposo de los nervios ..	64
<i>Origen del potencial de reposo normal de la membrana</i>	64
Potencial de acción del nervio	65
<i>Canales de sodio y de potasio con aperturas de voltaje</i>	66
<i>Resumen de los acontecimientos que originan el potencial de acción</i>	68
<i>Papeles de otros iones durante el potencial de acción</i>	69
<i>Iniciación del potencial de acción</i>	69
Propagación del potencial de acción	70
Restablecimiento de los gradientes iónicos de sodio y de potasio una vez completados los potenciales de acción: importancia del metabolismo energético	71
Meseta en algunos potenciales de acción	71
Ritmicidad de algunos tejidos excitables: descarga repetitiva	72
Aspectos especiales de la transmisión de señales en los troncos nerviosos	73
<i>Velocidad de conducción en las fibras nerviosas</i>	74

Excitación: el proceso de producción del potencial de acción	74
<i>«Período refractario» tras un potencial de acción durante el cual no puede producirse un nuevo estímulo</i>	75
<i>Inhibición de la excitabilidad: «estabilizadores» y anestésicos locales</i>	75
Registro de los potenciales de membrana y de los potenciales de acción	76
Bibliografía	77
6. Contracción del músculo esquelético	79
Anatomofisiología del músculo esquelético	79
<i>Fibra del músculo esquelético</i>	79
Mecanismo general de la contracción muscular ..	82
Mecanismo molecular de la contracción muscular	82
<i>Características moleculares de los filamentos contráctiles</i>	83
<i>Efecto de la superposición de los filamentos de actina y miosina sobre la tensión desarrollada por el músculo en contracción</i>	85
<i>Relación entre la velocidad de contracción y la carga</i>	86
Energética de la contracción muscular	87
<i>Trabajo realizado durante la contracción muscular</i>	87
<i>Fuentes de energía para la contracción muscular</i>	87
Características de la contracción del músculo completo	88
<i>Mecánica de la contracción del músculo esquelético</i>	89
<i>Remodelación del músculo para ajustarse a la función</i>	91
<i>Rigor mortis</i>	92
Bibliografía	92
7. Excitación del músculo esquelético: A. Transmisión neuromuscular, y B. Acoplamiento excitación-contracción	95
Transmisión de impulsos de los nervios a las fibras musculares esqueléticas: unión neuromuscular	95
<i>Secreción de acetilcolina por los terminales nerviosos</i>	95
<i>Biología molecular de la formación y liberación de acetilcolina</i>	98
<i>Fármacos que afectan a la transmisión en la unión neuromuscular</i>	99
<i>Myastenia grave</i>	99
Potencial de acción muscular	99
<i>Extensión del potencial de acción al interior de la fibra muscular a través del sistema de túbulos transversales</i>	99
Acoplamiento excitación-contracción	100
<i>Sistema túbulos transversales-retículo sarcoplásmico</i>	100
<i>Liberación de iones calcio por el retículo sarcoplásmico</i>	101
Bibliografía	102
8. Contracción y excitación del músculo liso ...	103
Contracción del músculo liso	103
<i>Tipos de músculo liso</i>	103
<i>El proceso contráctil en el músculo liso</i>	104

<i>Regulación de la contracción por los iones calcio</i>	106
Control neurológico y hormonal de la contracción del músculo liso	107
<i>Uniones neuromusculares del músculo liso</i> ...	107
<i>Potenciales de membrana y potenciales de acción en el músculo liso</i>	108
<i>Efecto de los factores tisulares locales y de las hormonas en la generación de contracción muscular sin potenciales de acción</i>	110
<i>Procedencia de los iones calcio que causan la contracción: 1) a través de la membrana celular, y 2) del retículo sarcoplásmico</i>	111
Bibliografía	112

UNIDAD III

EL CORAZÓN

9. Músculo cardíaco; el corazón como bomba .	115
Fisiología del músculo cardíaco	115
<i>Anatomofisiología del músculo cardíaco</i>	115
<i>Potenciales de acción en el músculo cardíaco</i> .	116
El ciclo cardíaco	119
<i>Diástole y sístole</i>	119
<i>Relación entre el electrocardiograma y el ciclo cardíaco</i>	120
<i>Función de las aurículas como bombas cebadoras</i>	120
<i>Función de los ventrículos como bombas</i>	120
<i>Función de las válvulas</i>	121
<i>Curva de presión aórtica</i>	122
<i>Relación entre los tonos cardíacos y la actividad cardíaca de bombeo</i>	122
<i>Producción de trabajo cardíaco</i>	122
<i>Energía química requerida para la contracción cardíaca: utilización de oxígeno por el corazón</i>	124
Regulación del bombeo cardíaco	124
<i>Regulación intrínseca del bombeo cardíaco. Mecanismo de Frank-Starling</i>	124
<i>Efecto de los iones potasio y calcio sobre la función cardíaca</i>	127
<i>Efecto de la temperatura sobre el corazón</i>	127
Bibliografía	127
10. Estimulación rítmica del corazón	129
Sistemas especializados de estimulación y conducción del corazón	129
<i>Nódulo sinusal (Nódulo sinoauricular)</i>	129
<i>Vías internodulares y transmisión del impulso cardíaco por las aurículas</i>	131
<i>Nódulo auriculoventricular y retraso de la conducción del estímulo desde las aurículas a los ventrículos</i>	131
<i>Transmisión rápida en el sistema ventricular de Purkinje</i>	132
<i>Transmisión del impulso cardíaco en el músculo ventricular</i>	133
<i>Resumen de la diseminación del impulso cardíaco por el corazón</i>	133
Control de la excitación y de la conducción en el corazón	134
<i>El nódulo sinusal como marcapasos cardíaco</i> .	134
<i>Papel del sistema de Purkinje en la contracción sincrónica del músculo ventricular</i>	134

<i>Control del ritmo cardíaco y de la conducción del impulso por los nervios cardíacos: nervios simpáticos y parasimpáticos</i>	135
Bibliografía	136
11. El electrocardiograma normal	137
Características del electrocardiograma normal .	137
<i>Ondas de despolarización frente a ondas de repolarización</i>	137
<i>Relación entre la contracción auricular y ventricular y las ondas del electrocardiograma</i>	138
<i>Voltaje y calibración del tiempo del electrocardiograma</i>	139
Métodos de registro del electrocardiograma	139
<i>Registros a pluma</i>	139
Paso de la corriente alrededor del corazón durante el ciclo cardíaco	139
<i>Registro de los potenciales eléctricos de una masa parcialmente despolarizada del músculo cardíaco sincitial</i>	139
<i>Paso de la corriente eléctrica por el tórax alrededor del corazón</i>	140
Derivaciones electrocardiográficas	140
<i>Las tres derivaciones bipolares de las extremidades</i>	140
<i>Derivaciones torácicas (derivaciones precordiales)</i>	142
<i>Derivaciones unipolares de las extremidades ampliadas</i>	143
Bibliografía	143
12. Interpretación electrocardiográfica de las alteraciones del músculo cardíaco y de la circulación coronaria: análisis vectorial	145
Principios básicos del análisis vectorial de los electrocardiogramas	145
<i>Empleo de vectores para representar los potenciales eléctricos</i>	145
<i>Expresión en grados de la dirección de un vector</i>	145
<i>Ejes de cada una de las derivaciones bipolares estándar y para cada derivación monopolar de los miembros monopolares</i>	146
<i>Análisis vectorial de los potenciales registrados en las distintas derivaciones</i>	146
Análisis vectorial del electrocardiograma normal .	147
<i>Vectores que se producen en intervalos sucesivos durante la despolarización de los ventrículos. El complejo QRS</i>	147
<i>El electrocardiograma durante la repolarización. La onda T</i>	149
<i>Despolarización de las aurículas. La onda P</i> ...	150
<i>El vectocardiograma</i>	150
Eje eléctrico medio del QRS ventricular. Su importancia	151
<i>Determinación del eje eléctrico a partir de los electrocardiogramas de las derivaciones estándar</i>	151
<i>Procesos patológicos de los ventrículos que producen desviación del eje eléctrico</i>	151
Procesos que producen voltajes anormales del complejo QRS	153
<i>Aumento del voltaje en las derivaciones bipolares estándar de las extremidades</i>	153
<i>Disminución del voltaje del electrocardiograma</i>	154
Complejos QRS prolongados y extraños	154

Complejo QRS prolongado debido a hipertrofia o dilatación cardíacas	154	15. Distensibilidad vascular y funciones de los sistemas arterial y venoso	185
Complejo QRS prolongado debido a bloqueos del sistema de Purkinje	154	Distensibilidad vascular	185
Procesos que causan complejos QRS extraños ..	155	Adaptabilidad (o capacitancia) vascular	185
Corriente de lesión	155	Curvas de presión-volumen de las circulaciones arterial y venosa	186
Consecuencias de la corriente de lesión sobre el complejo QRS	155	Capacitancia retrasada (tensión-relajación) de los vasos	186
El punto J (o potencial de referencia cero para analizar la corriente de lesión)	156	Pulsaciones de la presión arterial	187
La isquemia coronaria como causa de la corriente de lesión	157	Transmisión de los pulsos de presión a las arterias periféricas	188
Alteraciones de la onda T	159	Métodos clínicos de medición de las presiones sistólica y diastólica	189
Consecuencias de la conducción lenta de la onda de despolarización sobre la onda T ...	159	Las venas y sus funciones	190
Despolarización prolongada en parcelas del músculo ventricular como causa de alteraciones de la onda T	159	Presiones venosas: presión auricular derecha (presión venosa central) y presiones venosas periféricas	190
Bibliografía	160	Función de las venas como reservorio sanguíneo	194
13. Arritmias cardíacas y su interpretación electrocardiográfica	161	Bibliografía	195
Ritmos sinusales anormales	161	16. La microcirculación y el sistema linfático: intercambio de líquido capilar, líquido intersticial y flujo linfático	197
Taquicardia	161	Estructura de la microcirculación y del sistema capilar	197
Bradicardia	161	Flujo de sangre en los capilares: vasomotilidad ..	199
Arritmia sinusal	162	Función media del sistema capilar	199
Ritmos anormales por bloqueo de la conducción de los impulsos	162	Intercambio de nutrientes y de otras sustancias entre la sangre y el líquido intersticial	199
Bloqueo sinoauricular	162	Difusión a través de la membrana capilar ...	199
Bloqueo auriculoventricular	162	El intersticio y el líquido intersticial	200
Bloqueo intraventricular incompleto (alternancia eléctrica)	164	Las proteínas del plasma y el líquido intersticial son especialmente importantes en el control de los volúmenes del plasma y del líquido intersticial	201
Extrasístoles	164	Presión capilar	202
Extrasístoles auriculares	164	Presión del líquido intersticial	203
Extrasístoles de la unión AV o del haz A-V ...	165	Presión coloidosmótica del plasma	205
Extrasístoles ventriculares	165	Presión coloidosmótica del líquido intersticial ..	205
Taquicardia paroxística	166	Intercambio de volumen de líquido a través de la membrana capilar	205
Taquicardia paroxística auricular	166	Equilibrio de Starling para el intercambio capilar	206
Taquicardia paroxística ventricular	166	El sistema linfático	207
Fibrilación ventricular	166	Canales linfáticos del organismo	207
El fenómeno de la reentrada. Movimientos circulares como explicación de la fibrilación ventricular	167	Formación de la linfa	208
Fibrilación auricular	169	Tasa del flujo linfático	209
Aleteo (flutter) auricular	170	Papel del sistema linfático en el control de la concentración de proteínas, el volumen y la presión del líquido intersticial	210
Parada cardíaca	171	Bibliografía	211
Bibliografía	171	17. Control local del flujo sanguíneo por los tejidos, y regulación humoral	213
UNIDAD IV		Mecanismos de control del flujo sanguíneo	214
LA CIRCULACIÓN		Control agudo del flujo sanguíneo local	214
14. Panorámica de la circulación; física médica de la presión, el flujo y la resistencia	175	Regulación del flujo sanguíneo a largo plazo ..	218
Características físicas de la circulación	175	Desarrollo de la circulación colateral: un fenómeno de regulación de flujo sanguíneo local a largo plazo	220
Teoría básica de la función circulatoria	177	Regulación humoral de la circulación	220
Interrelaciones entre la presión, el flujo y la resistencia	178	Agentes vasoconstrictores	220
Flujo sanguíneo	178	Agentes vasodilatadores	221
Presión sanguínea	180		
Resistencia al flujo sanguíneo	181		
Efectos de la presión sobre la resistencia vascular y el flujo sanguíneo tisular	183		
Bibliografía	183		

<i>Efectos de los iones y de otros factores químicos sobre el control vascular</i>	221	<i>Existen límites para el gasto cardíaco que el corazón puede alcanzar</i>	255
Bibliografía	222	<i>¿Qué papel desempeña el sistema nervioso en el control del gasto cardíaco?</i>	256
18. Regulación nerviosa de la circulación y control rápido de la presión arterial	223	Gastos cardíacos patológicamente altos y patológicamente bajos	257
Regulación nerviosa de la circulación	223	<i>Un gasto cardíaco alto se debe casi siempre a la disminución de la resistencia periférica total</i>	257
<i>Sistema nervioso autónomo</i>	223	<i>Bajo gasto cardíaco</i>	258
Papel del sistema nervioso en el control rápido de la presión arterial	227	Un análisis más cuantitativo de la regulación del gasto cardíaco	259
<i>Aumento de la presión arterial durante el ejercicio muscular y otros tipos de estrés</i>	227	<i>Curvas de gasto cardíaco utilizadas en el análisis cuantitativo</i>	259
<i>Mecanismos reflejos para el mantenimiento de la presión arterial normal</i>	228	<i>Curvas de retorno venoso</i>	260
<i>Respuesta isquémica del sistema nervioso central: control de la presión arterial por el centro vasomotor encefálico en respuesta a la disminución del flujo sanguíneo cerebral</i>	232	<i>Análisis del gasto cardíaco y de la presión auricular derecha, utilizando curvas simultáneas de gasto cardíaco y de retorno venoso</i>	263
Características especiales del control nervioso de la presión arterial	233	Métodos de medición del gasto cardíaco	265
<i>Papel de los nervios esqueléticos y los músculos esqueléticos en el aumento del gasto cardíaco y de la presión arterial</i>	233	<i>Gasto pulsátil del corazón determinado por un medidor de flujo electromagnético o ecográfico</i>	265
<i>Ondas respiratorias en la presión arterial</i>	233	<i>Medición del gasto cardíaco por el método del oxígeno de Fick</i>	266
<i>Ondas «vasomotoras» de la presión arterial: oscilación de los sistemas reflejos de control de la presión</i>	233	<i>Método de la dilución de un indicador</i>	266
Bibliografía	234	Bibliografía	267
19. Papel dominante de los riñones en la regulación a largo plazo de la presión arterial y en la hipertensión: el sistema integrado de control de la presión	235	21. Flujo sanguíneo muscular y gasto cardíaco durante el ejercicio; circulación coronaria y cardiopatía isquémica	269
Sistema renal y de los líquidos corporales de regulación de la presión arterial	235	Flujo sanguíneo en los músculos esqueléticos y su regulación durante el ejercicio	269
<i>Cuantificación de la diuresis de presión como base del control de la presión arterial</i>	236	<i>Tasa de flujo sanguíneo en los músculos</i>	269
<i>Hipertensión (presión arterial elevada): con frecuencia se debe a un volumen excesivo de líquido extracelular</i>	239	<i>Control del flujo sanguíneo a través de los músculos esqueléticos</i>	270
Sistema renina-angiotensina: su papel en el control de la presión y en la hipertensión	242	<i>Reajustes circulatorios durante el ejercicio</i>	270
<i>Componentes del sistema renina-angiotensina</i>	242	Circulación coronaria	273
<i>Tipos de hipertensión en los que participa la angiotensina: hipertensión causada por un tumor secretor de renina o por perfusión de angiotensina II</i>	245	<i>Anatomía fisiológica* del riego sanguíneo coronario</i>	273
<i>Otros tipos de hipertensión causados por combinaciones de sobrecarga de volumen y vasoconstricción</i>	246	<i>Flujo sanguíneo coronario normal</i>	273
<i>«Hipertensión esencial» en el hombre</i>	248	<i>Control del flujo sanguíneo coronario</i>	274
Resumen del sistema integrado, de múltiples facetas, de la regulación de la presión arterial	249	<i>Características especiales del metabolismo del miocardio</i>	276
Bibliografía	250	<i>Cardiopatía isquémica</i>	276
20. Gasto cardíaco, retorno venoso y su regulación	253	<i>Causas de muerte tras la oclusión coronaria aguda</i>	278
Valores normales del gasto cardíaco en reposo y durante la actividad	253	<i>Etapas de la recuperación del infarto de miocardio</i>	279
Control del gasto cardíaco por el retorno venoso: papel del mecanismo de Frank-Starling del corazón	253	<i>Función del corazón tras la recuperación del infarto de miocardio</i>	280
<i>La regulación del gasto cardíaco es la suma de la regulación del flujo sanguíneo en todos los tejidos del cuerpo. El metabolismo tisular regula la mayor parte del flujo sanguíneo local</i>	254	<i>El dolor en la enfermedad coronaria</i>	280
		<i>Tratamiento quirúrgico de la enfermedad coronaria</i>	281
		Bibliografía	282
		22. Insuficiencia cardíaca	283
		Dinámica circulatoria en la insuficiencia cardíaca	283
		<i>Efectos agudos de una insuficiencia cardíaca moderada</i>	283
		<i>Fase crónica de insuficiencia: la retención de líquidos ayuda a compensar el gasto cardíaco</i>	284
		<i>Resumen de los cambios que se producen después de una insuficiencia cardíaca aguda: «Insuficiencia cardíaca compensada»</i>	285
		<i>Dinámica de la insuficiencia cardíaca grave: insuficiencia cardíaca descompensada</i>	286
		Insuficiencia cardíaca izquierda unilateral	288

Insuficiencia cardíaca de bajo gasto: shock cardiogénico	288
Edema en pacientes con insuficiencia cardíaca	289
Reserva cardíaca	291
Apéndice	291
<i>Método gráfico cuantitativo para el análisis de la insuficiencia cardíaca</i>	291
Bibliografía	294
23. Válvulas cardíacas y tonos cardíacos. Dinámica de las valvulopatías y cardiopatías congénitas	295
Tonos o ruidos cardíacos	295
<i>Tonos cardíacos normales</i>	295
<i>Lesiones valvulares</i>	297
Dinámica circulatoria anormal en las cardiopatías valvulares	299
<i>Dinámica de la circulación en la estenosis aórtica y en la insuficiencia aórtica</i>	299
<i>Dinámica de la estenosis mitral y la insuficiencia mitral</i>	299
<i>Dinámica circulatoria durante el ejercicio en los pacientes con lesiones valvulares</i>	300
Dinámica circulatoria anormal en las cardiopatías congénitas	300
<i>Conducto arterial persistente: un cortocircuito de izquierda a derecha</i>	300
<i>Tetralogía de Fallot. Un cortocircuito de derecha a izquierda</i>	302
<i>Causas de las anomalías congénitas</i>	303
Uso de la circulación extracorpórea en cirugía cardíaca	303
Hipertrofia del corazón en las cardiopatías valvulares y congénitas	303
Bibliografía	303
24. Shock circulatorio y fisiología de su tratamiento	305
Causas fisiológicas del shock	305
<i>Shock circulatorio producido por una disminución del gasto cardíaco</i>	305
<i>Shock circulatorio que se produce sin disminución del gasto cardíaco</i>	305
<i>¿Qué le sucede a la presión arterial en el shock circulatorio?</i>	306
<i>El deterioro tisular es la etapa final del shock circulatorio, cualquiera que sea la causa</i>	306
<i>Etapas del shock</i>	306
Shock causado por hipovolemia: shock hemorrágico	306
<i>Relación entre el volumen de sangrado y el gasto cardíaco y la presión arterial</i>	306
<i>Shock hemorrágico no progresivo y progresivo</i>	307
<i>Shock irreversible</i>	311
<i>Shock hipovolémico producido por la pérdida de plasma</i>	312
<i>Shock hipovolémico causado por traumatismos</i>	312
Shock neurogénico: aumento de la capacidad vascular	312
Shock anafiláctico y shock histamínico	313
Shock séptico	313
Fisiología del tratamiento en el shock	314
<i>Tratamiento de sustitución</i>	314
<i>Tratamiento del shock con fármacos simpaticomiméticos: unas veces útiles, otras no</i>	314
<i>Otros tratamientos</i>	315
Parada circulatoria	315
<i>Efecto de la parada circulatoria sobre el cerebro</i>	315
Bibliografía	316

UNIDAD V

LOS RIÑONES Y LOS LÍQUIDOS CORPORALES

25. Los compartimientos líquidos del cuerpo: líquidos extracelular e intracelular; líquido intersticial y edema	319
Los ingresos y las pérdidas de líquidos deben estar equilibrados en condiciones de estabilidad	319
<i>Ingresos diarios de agua</i>	319
<i>Pérdidas diarias de agua</i>	319
Compartimientos líquidos corporales	320
Compartimiento del líquido intracelular	321
Compartimiento del líquido extracelular	321
Volumen sanguíneo	321
Constituyentes de los líquidos extracelular e intracelular	322
<i>Las composiciones iónicas del plasma y el líquido intersticial son similares</i>	322
<i>Constituyentes importantes del líquido intracelular</i>	323
Determinación del volumen de los líquidos en los distintos compartimientos del cuerpo; el principio de la dilución del indicador	323
Determinación de los volúmenes de los distintos compartimientos líquidos del cuerpo	324
Regulación de los intercambios de líquidos y de los equilibrios osmóticos entre los líquidos intracelular y extracelular	325
Principios básicos de la ósmosis y la presión osmótica	325
Mantenimiento del equilibrio osmótico entre los líquidos intracelular y extracelular	327
Volúmenes y osmolalidades de los líquidos extracelular e intracelular en condiciones anormales	328
<i>Consecuencias de la adición de solución salina al líquido extracelular</i>	328
Administración de glucosa y otras soluciones con fines nutritivos	330
Alteraciones clínicas de la regulación del volumen de los líquidos: hiponatremia e hipernatremia	330
<i>Causas de hiponatremia: exceso de agua o pérdidas de sodio</i>	331
<i>Causas de hipernatremia: pérdida de agua o exceso de sodio</i>	331
Edema: exceso de líquido en los tejidos	331
<i>Edema intracelular</i>	331
<i>Edema extracelular</i>	331
<i>Resumen de las causas de edema extracelular</i>	332
<i>Factores de seguridad que normalmente impiden los edemas</i>	333
Líquidos de los «espacios potenciales» del cuerpo	336
Bibliografía	336
26. Formación de la orina por los riñones: I. Filtración glomerular, flujo sanguíneo renal y su control	339
Funciones múltiples de los riñones en la homeostasis	339
Anatomía fisiológica de los riñones	341
<i>Organización general de los riñones y de las vías urinarias</i>	341
<i>Aporte sanguíneo renal</i>	341
<i>La nefrona es la unidad funcional del riñón</i>	342

La formación de la orina es el resultado de la filtración glomerular, la reabsorción tubular y la secreción tubular	343	<i>ción en respuesta al aumento de la carga tubular</i>	371
<i>Filtración, reabsorción y secreción de las distintas sustancias</i>	344	<i>Capilares peritubulares y fuerzas físicas del líquido intersticial renal</i>	372
La filtración glomerular, primer paso en la formación de la orina	345	<i>Efecto de la presión arterial sobre la eliminación de orina: mecanismos de la natriuresis por presión y de la diuresis por presión</i>	374
<i>Composición del filtrado glomerular</i>	345	<i>Control hormonal de la reabsorción tubular . .</i>	374
<i>La TFG es aproximadamente el 20% del flujo plasmático renal</i>	345	<i>La activación del sistema nervioso simpático aumenta la reabsorción de sodio</i>	376
<i>La membrana de los capilares glomerulares . .</i>	345	Empleo de las técnicas de aclaramiento para cuantificar la función renal	377
Determinantes de la tasa de filtrado glomerular	347	<i>Se puede usar el aclaramiento de la insulina para calcular la TFG</i>	377
<i>La elevación del coeficiente de filtración capilar glomerular (K_f) aumenta la TFG</i>	348	<i>Se puede usar el aclaramiento del PAH para calcular el flujo plasmático renal</i>	378
<i>El aumento de la presión hidrostática en la cápsula de Bowman disminuye la TFG</i>	348	<i>La fracción de filtración se calcula dividiendo la TFG por el flujo plasmático renal</i>	379
<i>El aumento de la presión coloidosmótica capilar glomerular disminuye la TFG</i>	348	<i>Cálculo de la reabsorción o de la secreción tubular usando los aclaramientos renales . . .</i>	379
<i>El aumento de la presión hidrostática capilar glomerular aumenta la TFG</i>	349	Bibliografía	379
Flujo sanguíneo renal	350		
<i>Determinantes del flujo sanguíneo renal</i>	350	28. Regulación de la osmolaridad y de la concentración de sodio del líquido extracelular	381
<i>El flujo sanguíneo en los vasos rectos de la médula renal es muy bajo comparado con el flujo sanguíneo de la corteza renal</i>	351	El riñón excreta el exceso de agua mediante la formación de una orina diluida	381
Control fisiológico de la filtración glomerular y del flujo sanguíneo renal	351	<i>La hormona antidiurética controla la concentración de la orina</i>	381
<i>La activación del sistema nervioso simpático disminuye la TFG</i>	351	<i>Mecanismos renales para la excreción de una orina diluida</i>	382
<i>Control de la circulación renal por las hormonas y los autacoides</i>	352	El riñón conserva agua por medio de la excreción de una orina concentrada	383
Autorregulación de la TFG y del flujo sanguíneo renal	353	<i>Volumen de orina obligatorio</i>	383
<i>Importancia de la autorregulación de la TFG para evitar cambios extremos de la excreción renal</i>	353	<i>Requisitos para la excreción de una orina concentrada: niveles elevados de ADH y médula renal hiperosmótica</i>	384
<i>Papel de la retroacción tubuloglomerular en la autorregulación de la TFG</i>	354	<i>El mecanismo de contracorriente produce un intersticio medular renal hiperosmótico</i>	384
<i>Autorregulación miógena del flujo sanguíneo renal y de la TFG</i>	355	<i>Papel del túbulo distal y de los conductos colectores en la excreción de una orina concentrada</i>	386
<i>Otros factores que aumentan el flujo sanguíneo renal y la TFG: ingreso elevado de proteínas y aumento de la glucosa sanguínea</i>	356	<i>La urea contribuye a la hiperosmolaridad del intersticio medular renal y a una orina concentrada</i>	387
Bibliografía	356	<i>El intercambio contracorriente en los vasos rectos mantiene la hiperosmolaridad de la médula renal</i>	388
27. Formación de la orina por los riñones: II. Procesamiento tubular del filtrado glomerular	359	<i>Resumen del mecanismo de concentración de la orina y de las variaciones de la osmolaridad en los diferentes segmentos de los túbulos . .</i>	389
Reabsorción y secreción por los túbulos renales .	359	Cuantificación de la concentración y dilución renal de la orina: aclaramientos osmolar y de «agua libre»	391
<i>La reabsorción tubular es selectiva y cuantitativamente importante</i>	359	Trastornos de la capacidad de concentración urinaria	391
La reabsorción tubular comprende mecanismos pasivos y activos	360	Control de la osmolaridad y de la concentración de sodio del líquido extracelular	392
<i>Transporte activo</i>	361	<i>Cálculo de la osmolaridad plasmática a partir de la concentración plasmática de sodio . . .</i>	392
<i>Reabsorción de cloruro, urea y otros solutos por difusión pasiva</i>	365	El sistema de retroacción de los osmorreceptores-ADH	393
Reabsorción y secreción a lo largo de las distintas porciones de la nefrona	365	<i>Síntesis de ADH en los núcleos supraóptico y paraventricular del hipotálamo y liberación de ADH en la neurohipófisis</i>	393
<i>Reabsorción tubular proximal</i>	366	<i>Estimulación refleja cardiovascular de la liberación de ADH por el descenso de la presión arterial, la disminución del volumen sanguíneo o ambos mecanismos</i>	394
<i>Transporte de agua y solutos en el asa de Henle</i>	367		
<i>Túbulo distal</i>	368		
<i>Última porción del túbulo distal y túbulo colector cortical</i>	369		
<i>Conducto colector medular</i>	370		
<i>Resumen de las concentraciones de los distintos solutos en las diferentes porciones tubulares</i>	370		
Regulación de la reabsorción tubular	371		
<i>Equilibrio glomerulotubular: capacidad de los túbulos para aumentar la tasa de reabsor-</i>			

<i>Importancia cuantitativa de los reflejos cardiovascular y la osmolaridad en la estimulación de la secreción de ADH</i>	395	<i>Aumento del volumen sanguíneo producido por el incremento de la capacidad de la circulación</i>	409
<i>Otros estímulos de la secreción de ADH</i>	395	<i>Situaciones que producen grandes aumentos del volumen de líquido extracelular pero con un volumen sanguíneo normal</i>	410
<i>Papel de la sed en el control de la osmolaridad y la concentración de sodio del líquido extracelular</i>	395	<i>Síndrome nefrótico. Pérdida de proteínas plasmáticas por la orina y retención por los riñones de sodio</i>	410
<i>Centros de la sed del sistema nervioso central</i>	396	<i>Cirrosis hepática. Disminución de la síntesis de proteínas plasmáticas por el hígado y retención de sodio por los riñones</i>	410
<i>Estímulos de la sed</i>	396	<i>Regulación de la excreción de potasio y de la concentración de potasio en el líquido extracelular</i>	410
<i>Umbral de los estímulos osmolares de bebida</i>	397	<i>Regulación de la distribución interna de potasio</i>	411
<i>Respuestas integradas de los mecanismos de los osmorreceptores-ADH y de la sed en el control de la osmolaridad y la concentración de sodio del líquido extracelular</i>	397	<i>Resumen de la excreción renal de potasio</i>	412
<i>Papel de la angiotensina II y la aldosterona en el control de la osmolaridad y la concentración de sodio del líquido extracelular</i>	397	<i>Secreción de potasio en las células principales de la porción final de los túbulos distales y en los túbulos colectores corticales</i>	413
<i>Mecanismo del apetito de sal para el control de la concentración de sodio y el volumen del líquido extracelular</i>	398	<i>Resumen de los factores que regulan la secreción de potasio: concentración plasmática de potasio, aldosterona, tasa de flujo tubular e iones hidrógeno</i>	414
<i>Bibliografía</i>	399	<i>Control de la excreción renal de calcio y concentración de ion calcio extracelular</i>	417
29. Integración de los mecanismos renales para el control del volumen sanguíneo y del volumen del líquido extracelular; regulación renal de potasio, calcio, fosfato y magnesio	401	<i>Control de la excreción renal de calcio por los riñones</i>	418
<i>Mecanismos de control que regulan la excreción de sodio y agua</i>	401	<i>Regulación de la excreción renal de fosfato</i>	419
<i>La excreción de sodio se adapta con precisión al aporte en condiciones de equilibrio</i>	401	<i>Control de la excreción renal de magnesio y de la concentración extracelular de ion magnesio</i>	419
<i>La excreción de sodio se controla alterando su filtración glomerular o su reabsorción tubular</i>	402	<i>Bibliografía</i>	420
<i>Importancia de la natriuresis por presión y de la diuresis por presión en el mantenimiento del equilibrio de sodio y de los líquidos corporales</i>	402	30. Regulación del equilibrio acidobásico	421
<i>La natriuresis y la diuresis por presión son componentes esenciales de la retroacción existente entre el riñón y los líquidos corporales para regular los volúmenes de líquidos corporales y la presión arterial</i>	403	<i>La concentración de ion hidrógeno está regulada de una forma precisa</i>	421
<i>Precisión de la regulación del volumen sanguíneo y del volumen del líquido extracelular</i>	404	<i>Ácidos y bases: sus definiciones y significados</i>	421
<i>Distribución del líquido extracelular entre los espacios intersticiales y el sistema vascular</i>	404	<i>Defensas frente a los cambios en la concentración de ion hidrógeno: amortiguadores, pulmones y riñones</i>	422
<i>Factores nerviosos y hormonales aumentan la eficacia del control de retroacción entre el riñón y los líquidos corporales</i>	405	<i>Amortiguamiento de los iones hidrógeno en los líquidos corporales</i>	423
<i>Control de la excreción renal por el sistema nervioso simpático: reflejos de los barorreceptores arteriales y de los receptores de distensión de baja presión</i>	405	<i>El sistema amortiguador bicarbonato</i>	423
<i>Función de la angiotensina II en el control de la excreción renal</i>	406	<i>Dinámica cuantitativa del sistema amortiguador bicarbonato</i>	424
<i>Función de la aldosterona en el control de la excreción renal</i>	407	<i>El sistema amortiguador fosfato</i>	426
<i>Función de la ADH en el control de la excreción renal de agua</i>	408	<i>Las proteínas son importantes amortiguadores intracelulares</i>	426
<i>Función del péptido natriurético auricular en el control de la excreción renal</i>	408	<i>Principio isohídrico: todos los amortiguadores de una solución común se encuentran en equilibrio con la misma concentración de iones hidrógeno</i>	427
<i>Respuestas integradas a las variaciones de la ingestión de sodio</i>	409	<i>Regulación respiratoria del equilibrio acidobásico</i>	427
<i>Situaciones que producen grandes aumentos del volumen sanguíneo y del volumen del líquido extracelular</i>	409	<i>La espiración pulmonar de CO₂ equilibra su producción metabólica</i>	427
<i>Aumento del volumen sanguíneo y del volumen del líquido extracelular producido por enfermedades cardíacas</i>	409	<i>El aumento de la ventilación pulmonar reduce la concentración de iones hidrógeno del líquido extracelular y eleva el pH</i>	427
		<i>El aumento de la concentración de iones hidrógeno estimula la ventilación alveolar</i>	428
		<i>Control renal del equilibrio acidobásico</i>	429
		<i>Secreción de iones hidrógeno y reabsorción de iones bicarbonato por los túbulos renales</i>	430
		<i>En los segmentos tubulares proximales los iones hidrógeno se secretan por transporte activo secundario</i>	430
		<i>Los iones bicarbonato filtrados se reabsorben por la interacción con los iones hidrógeno en los túbulos</i>	431

<i>Secreción activa primaria de iones hidrógeno en las células intercalares de la porción final de los túbulos distales y de los colectores . . .</i>	432
Combinación del exceso de iones hidrógeno con los amortiguadores fosfato y amoníaco en los túbulos: un mecanismo de generación de nuevos iones bicarbonato	432
<i>El sistema amortiguador fosfato transporta el exceso de iones hidrógeno a la orina y genera nuevo bicarbonato</i>	433
<i>Excreción del exceso de iones hidrógeno y generación de nuevo bicarbonato mediante el sistema amortiguador amoníaco</i>	433
Cuantificación de la excreción acidobásica renal . .	434
<i>Regulación de la secreción tubular renal de iones hidrógeno</i>	435
Corrección renal de la acidosis: aumento de la excreción de iones hidrógeno y adición de iones bicarbonato al líquido extracelular	436
<i>La acidosis disminuye el cociente HCO_3^-/H^+ en el líquido tubular renal</i>	436
Corrección renal de la alcalosis. Disminución de la secreción tubular de iones hidrógeno y aumento de la excreción de iones bicarbonato .	437
<i>La alcalosis aumenta el cociente HCO_3^-/H^+ en el líquido tubular renal</i>	437
Causas clínicas de los trastornos del equilibrio acidobásico	437
<i>La acidosis respiratoria se produce por una disminución de la ventilación y un aumento de la P_{CO_2}</i>	437
<i>La alcalosis respiratoria es consecuencia del aumento de la ventilación y la disminución de la P_{CO_2}</i>	438
<i>La acidosis metabólica se debe a la disminución de la concentración de bicarbonato del líquido extracelular</i>	438
<i>La alcalosis metabólica está producida por un aumento de la concentración de bicarbonato en el líquido extracelular</i>	438
Tratamiento de la acidosis y de la alcalosis . . .	439
Determinaciones clínicas y análisis de los trastornos del equilibrio acidobásico	439
<i>Trastornos complejos del equilibrio acidobásico y uso del nomograma acidobásico para su diagnóstico</i>	440
<i>Empleo del hiato aniónico para el diagnóstico de los trastornos acidobásicos</i>	441
Bibliografía	441

<i>Los diuréticos de «asa» reducen la reabsorción activa de sodio-cloruro-potasio en la porción gruesa ascendente del asa de Henle</i>	448
<i>Los diuréticos tiazídicos inhiben la reabsorción de sodio-cloruro en la primera porción del túbulo distal</i>	448
<i>Los inhibidores de la anhidrasa carbónica bloquean la reabsorción de sodio-bicarbonato en los túbulos proximales</i>	448
<i>Los inhibidores competitivos de la aldosterona reducen la reabsorción de sodio y la secreción de potasio en los túbulos colectores corticales</i>	448
<i>Los diuréticos que bloquean los canales de sodio en los túbulos colectores reducen la reabsorción de sodio</i>	449
Enfermedades renales	449
Insuficiencia renal aguda	449
<i>Insuficiencia renal aguda prerrenal producida por la disminución del flujo sanguíneo renal</i>	449
<i>Insuficiencia renal aguda intrarrenal producida por alteraciones dentro del riñón</i>	450
<i>Insuficiencia renal aguda posrenal producida por alteraciones del tracto urinario inferior</i>	451
<i>Efectos fisiológicos de la insuficiencia renal aguda</i>	451
Insuficiencia renal crónica: una disminución irreversible del número de nefronas funcionantes	451
<i>Círculo vicioso de la insuficiencia renal crónica que conduce a una insuficiencia renal terminal</i>	452
<i>Lesión de la vascularización renal como causa de insuficiencia renal crónica</i>	452
<i>Lesión glomerular como causa de insuficiencia renal crónica: glomerulonefritis</i>	453
<i>La lesión del intersticio renal como causa de insuficiencia renal crónica: pielonefritis</i>	454
<i>Síndrome nefrótico: excreción de proteínas por la orina por aumento de la permeabilidad glomerular</i>	454
<i>Función anormal de las nefronas en la insuficiencia renal crónica</i>	455
<i>Efectos de la insuficiencia renal sobre los líquidos corporales: uremia</i>	457
<i>Hipertensión y enfermedad renal</i>	458
Alteraciones tubulares específicas	459
Tratamiento de la insuficiencia renal mediante diálisis con un riñón artificial	459
Bibliografía	461

UNIDAD VI

CÉLULAS SANGUÍNEAS, INMUNIDAD Y COAGULACIÓN DE LA SANGRE

31. Micción, diuréticos y enfermedades renales . .	443
Micción	443
Anatomía fisiológica y conexiones nerviosas de la vejiga	443
<i>Inervación de la vejiga</i>	444
Transporte de la orina desde el riñón hasta la vejiga a través de los uréteres	444
Llenado de la vejiga y tono de la pared vesical; cistometrograma	445
Reflejo de micción	445
<i>Facilitación o inhibición de la micción por el encéfalo</i>	446
Alteraciones de la micción	446
Los diuréticos y sus mecanismos de acción . . .	447
<i>Los diuréticos osmóticos reducen la reabsorción de agua aumentando la presión osmótica del líquido tubular</i>	448

32. Eritrocitos, anemia y policitemia	465
Glóbulos rojos (eritrocitos)	465
<i>Producción eritrocitaria</i>	466
<i>Formación de la hemoglobina</i>	470
<i>Metabolismo del hierro</i>	471
<i>Absorción de hierro del tubo digestivo</i>	472
Destrucción de los eritrocitos	472
Anemias	473
Efectos de la anemia sobre el aparato circulatorio	474
Policitemia	474
<i>Efecto de la policitemia sobre el aparato circulatorio</i>	475
Bibliografía	475

33.	Resistencia del organismo a la infección: I. Leucocitos, granulocitos, sistema monocito-macrófago e inflamación	477
	Leucocitos (glóbulos blancos)	477
	<i>Características generales de los leucocitos</i>	477
	<i>Génesis de los leucocitos</i>	478
	<i>Vida de los leucocitos</i>	478
	Propiedades defensivas de los neutrófilos y de los macrófagos	479
	<i>Fagocitosis</i>	480
	Sistema monocito-macrófago (sistema reticuloendotelial)	481
	Inflamación y función de los neutrófilos y de los macrófagos	482
	<i>Inflamación</i>	482
	<i>Respuesta de los macrófagos y de los neutrófilos durante la inflamación</i>	483
	Eosinófilos	485
	Basófilos	485
	Leucopenia	485
	Leucemias	486
	<i>Efectos de la leucemia sobre el organismo</i>	486
	Bibliografía	486
34.	Resistencia del organismo a la infección: II. Inmunidad y alergia	489
	Inmunidad innata	489
	Inmunidad adquirida	489
	<i>Tipos básicos de inmunidad adquirida</i>	490
	<i>Los dos tipos de inmunidad adquirida los inician los antígenos</i>	490
	<i>Los linfocitos son la base de la inmunidad adquirida</i>	490
	<i>Preparación de los linfocitos T y B</i>	491
	<i>Los linfocitos T y los anticuerpos de los linfocitos B reaccionan con gran especificidad contra los antígenos específicos: importancia de los clones de linfocitos</i>	492
	<i>Origen de los numerosos clones de linfocitos</i>	492
	<i>Atributos específicos del sistema de linfocitos B: inmunidad humoral y anticuerpos</i>	493
	<i>Atributos especiales del sistema de los linfocitos T: células T activadas e inmunidad celular</i>	496
	<i>Diversos tipos de linfocitos T y sus diferentes funciones</i>	496
	<i>Tolerancia del sistema inmunitario adquirido a los tejidos propios. Importancia del preproceso en el timo y en la médula ósea</i>	498
	<i>Inmunización</i>	499
	<i>Inmunización pasiva</i>	499
	Alergia e hipersensibilidad	499
	<i>Alergia producida por las células T activadas: reacción alérgica retardada</i>	499
	<i>Alergias de las denominadas personas alérgicas con exceso de anticuerpos IgE</i>	500
	Bibliografía	501
35.	Grupos sanguíneos; transfusión; trasplante de órganos y de tejidos	503
	La antigenicidad produce reacciones inmunitarias en la sangre	503
	Grupos sanguíneos O-A-B	503
	<i>Antígenos A y B: aglutinógenos</i>	503
	<i>Aglutininas</i>	504
	<i>Proceso de aglutinación en las reacciones transfusionales</i>	504

<i>Tipificación de la sangre</i>	505
Tipos sanguíneos Rh	505
<i>Respuesta inmunitaria al Rh</i>	505
<i>Reacciones transfusionales por incompatibili-</i> <i>dad de los grupos sanguíneos</i>	506
Trasplante de tejidos y órganos	507
<i>Formas de evitar la reacción inmunitaria al te-</i> <i>jido trasplantado</i>	507
Bibliografía	501
36. Hemostasia y coagulación de la sangre	509
Mecanismos de la hemostasia	509
<i>Constricción vascular</i>	509
<i>Formación del tapón plaquetario</i>	509
<i>Coagulación de la sangre en el vaso roto</i>	510
<i>Organización fibrosa o disolución del coágulo</i> <i>sanguíneo</i>	511
Mecanismo de coagulación de la sangre	511
<i>Conversión de la protrombina en trombina</i> ...	512
<i>Conversión del fibrinógeno en fibrina: forma-</i> <i>ción del coágulo</i>	512
<i>El círculo vicioso de la formación del coágulo</i>	513
<i>Inicio de la coagulación: formación del activa-</i> <i>dor de la protrombina</i>	513
<i>Prevención de la coagulación de la sangre en el</i> <i>sistema vascular normal: anticoagulantes</i> <i>intravasculares</i>	516
<i>Lisis de los coágulos sanguíneos: plasmina</i> ..	517
Trastornos que provocan un sangrado excesivo en los seres humanos	517
<i>Reducción de la protrombina, el factor VII, el</i> <i>factor IX y el factor X por déficit de vitamina</i> <i>K</i>	517
<i>Hemofilia</i>	518
<i>Trombocitopenia</i>	518
Procesos tromboembólicos del ser humano	518
<i>Trombosis venosa femoral y embolia pulmonar</i> <i>masiva</i>	519
<i>Coagulación intravascular diseminada</i>	519
Anticoagulantes para uso clínico	519
<i>La heparina como anticoagulante intravenoso</i>	519
<i>Las cumarinas como anticoagulantes</i>	520
<i>Prevención de la coagulación de la sangre fuera</i> <i>del cuerpo</i>	520
Pruebas de coagulación de la sangre	520
<i>Tiempo de hemorragia (tiempo de sangría)</i> ...	520
<i>Tiempo de coagulación</i>	520
<i>Tiempo de protrombina</i>	521
Bibliografía	521

UNIDAD VII

RESPIRACIÓN

37. Ventilación pulmonar	525
Mecánica de la ventilación pulmonar	525
<i>Músculos que producen la expansión y la contracción de los pulmones</i>	<i>525</i>
<i>Movimiento del aire dentro y fuera de los pulmones, y presiones que producen el movimiento</i>	<i>526</i>
<i>Efecto de la caja torácica sobre la expansibilidad pulmonar</i>	<i>529</i>
«Trabajo» respiratorio	529

Volúmenes y capacidades pulmonares	530	Concentración de oxígeno y presión parcial en los alvéolos	552
<i>Registro de las variaciones del volumen pulmonar: espirometría</i>	530	Concentración y presión parcial de CO_2 en los alvéolos	553
<i>Abreviaturas y símbolos utilizados en estudios de función pulmonar</i>	531	Aire espirado	554
<i>Determinación de la capacidad residual funcional, el volumen residual y la capacidad pulmonar total: método de la dilución del helio</i>	532	Difusión de los gases a través de la membrana respiratoria	554
El volumen minuto respiratorio es igual a la frecuencia respiratoria multiplicada por el volumen corriente	532	<i>Factores que afectan a la tasa de difusión de los gases a través de la membrana respiratoria</i>	555
Ventilación alveolar	533	<i>Capacidad de difusión de la membrana respiratoria</i>	557
<i>Espacio muerto y su efecto sobre la ventilación alveolar</i>	533	Efecto de la relación ventilación-perfusión sobre la concentración de gas alveolar	558
<i>Tasa de ventilación alveolar</i>	534	<i>Diagrama de PO_2-PCO_2, $\text{VA}/\dot{\text{Q}}$</i>	559
Funciones de las vías respiratorias	534	<i>Concepto de «cortocircuito fisiológico» (cuando $\text{VA}/\dot{\text{Q}}$ es inferior a lo normal)</i>	559
<i>Tráquea, bronquios y bronquiólos</i>	534	<i>Concepto de «espacio muerto fisiológico» (cuando $\text{VA}/\dot{\text{Q}}$ es mayor de lo normal)</i>	559
<i>Funciones respiratorias de las fosas nasales</i>	536	<i>Anomalías de la relación ventilación-perfusión</i>	560
<i>Vocalización</i>	537	Bibliografía	560
Bibliografía	538		
38. Circulación pulmonar; edema pulmonar; líquido pleural	539	40. Transporte de oxígeno y de dióxido de carbono en la sangre y los líquidos corporales.	561
Anatomía fisiológica del sistema circulatorio pulmonar	539	Presiones de oxígeno y de dióxido de carbono en los pulmones, la sangre y los tejidos	561
Presiones en el sistema pulmonar	539	<i>Captación de oxígeno por la sangre pulmonar</i>	561
Volumen de sangre en los pulmones	540	<i>Transporte de oxígeno en la sangre arterial</i>	562
Flujo sanguíneo pulmonar y su distribución	541	<i>Difusión de oxígeno de los capilares periféricos al líquido tisular</i>	563
Efecto de los gradientes de presión hidrostática en los pulmones sobre el flujo sanguíneo regional pulmonar	541	<i>Difusión de oxígeno de los capilares tisulares periféricos a las células tisulares</i>	563
<i>Zonas 1, 2 y 3 de flujo sanguíneo pulmonar</i>	541	<i>Difusión del dióxido de carbono desde las células de los tejidos periféricos a los capilares tisulares y de los capilares pulmonares a los alvéolos</i>	563
<i>Efecto del aumento del gasto cardíaco sobre la circulación pulmonar durante el ejercicio vigoroso</i>	543	Transporte de oxígeno en la sangre	564
<i>Función de la circulación pulmonar cuando la presión auricular izquierda se eleva como consecuencia de una insuficiencia cardíaca izquierda</i>	543	<i>Combinación reversible del oxígeno con la hemoglobina</i>	565
Dinámica capilar pulmonar	544	<i>Efecto amortiguador de la hemoglobina sobre la PO_2 tisular del oxígeno</i>	565
<i>Intercambio capilar de líquido en los pulmones y dinámica del líquido intersticial pulmonar</i>	544	<i>Factores que desplazan la curva de disociación oxígeno-hemoglobina: su importancia para el transporte de oxígeno</i>	567
<i>Edema pulmonar</i>	545	<i>Uso metabólico del oxígeno por las células</i>	568
Líquidos en la cavidad pleural	546	<i>Transporte de oxígeno en disolución</i>	569
Bibliografía	546	<i>Combinación de la hemoglobina con el monóxido de carbono: desplazamiento del oxígeno</i>	569
39. Principios físicos del intercambio gaseoso; difusión del oxígeno y del dióxido de carbono a través de la membrana respiratoria	549	Transporte de dióxido de carbono en la sangre	569
Física de la difusión de gas y presiones parciales de los gases	549	<i>Formas químicas en las que se transporta el dióxido de carbono</i>	570
<i>Base molecular de la difusión de gases</i>	549	<i>Transporte de dióxido de carbono en forma de ion bicarbonato</i>	570
<i>Presiones de gases en una mezcla gaseosa: «presiones parciales» de cada gas</i>	549	<i>Curva de disociación del dióxido de carbono</i>	571
<i>Presiones de los gases disueltos en el agua y los tejidos</i>	550	<i>Cuando el oxígeno se une a la hemoglobina, se libera dióxido de carbono —efecto Haldane— para aumentar el transporte de CO_2</i>	571
<i>Presión de vapor de agua</i>	550	<i>Variaciones de la acidez sanguínea durante el transporte de dióxido de carbono</i>	572
<i>Difusión de los gases a través de los líquidos: la diferencia de presión produce una difusión neta</i>	551	Relación de intercambio respiratorio	572
<i>Difusión de los gases a través de los tejidos</i>	551	Bibliografía	572
Composición del aire alveolar: su relación con el aire atmosférico	551	41. Regulación de la respiración	575
<i>Tasa de renovación del aire alveolar por el aire atmosférico</i>	552	Centro respiratorio	575
		<i>Grupo de neuronas respiratorio dorsal: sus control de la inspiración y del ritmo respiratorio</i>	575
		<i>El centro neumotáxico limita la duración de la inspiración y aumenta la frecuencia respiratoria</i>	576

<i>El grupo respiratorio ventral de neuronas funciona tanto en la inspiración como en la espiración</i>	576
<i>Posible existencia de un «centro apnéustico» en la parte inferior de la protuberancia</i>	577
<i>Las señales de insuflación de los pulmones limitan la inspiración: reflejo de insuflación de Hering-Breuer</i>	577
<i>Control de la actividad general del centro respiratorio</i>	577
Control químico de la respiración	577
<i>Control químico directo de la actividad del centro respiratorio por el dióxido de carbono y los hidrogeniones</i>	578
Sistema de control de la actividad respiratoria por los quimiorreceptores periféricos: papel del oxígeno en el control respiratorio	579
<i>Efectos combinados de la P_{CO_2}, el pH, y la P_{O_2} sobre la ventilación alveolar</i>	581
Regulación de la respiración durante el ejercicio	582
Otros factores que influyen en la respiración . . .	584
<i>Respiración periódica</i>	584
Bibliografía	585
42. Insuficiencia respiratoria: fisiopatología, diagnóstico, oxigenoterapia	587
<i>Métodos útiles para estudiar las anomalías respiratorias</i>	587
<i>Estudio de los gases sanguíneos y del pH</i>	587
<i>Medición del flujo máximo espiratorio</i>	588
<i>Capacidad vital espiratoria forzada y volumen espiratorio forzado</i>	589
Peculiaridades fisiológicas de anomalías pulmonares específicas	590
<i>Enfisema pulmonar crónico</i>	590
<i>Neumonía</i>	590
<i>Atelectasia</i>	592
<i>Asma</i>	593
<i>Tuberculosis</i>	593
Hipoxia y oxigenoterapia	593
<i>La oxigenoterapia en los diferentes tipos de hipoxia</i>	594
Hipercapnia	595
<i>Cianosis</i>	595
<i>Disnea</i>	595
Respiración artificial	596
Bibliografía	597

UNIDAD VIII

FISIOLOGÍA DE LA AVIACIÓN, EL ESPACIO Y LA INMERSIÓN A GRAN PROFUNDIDAD

<i>Capacidad de trabajo a grandes alturas: efecto de la aclimatación</i>	604
<i>Enfermedad crónica de la altura</i>	605
<i>Enfermedad aguda de la altura y edema pulmonar de las grandes alturas</i>	605
Efectos corporales de las fuerzas de aceleración en fisiología de la aviación y del espacio	605
<i>Fuerzas de aceleración centrífuga</i>	606
<i>Efectos de las fuerzas de aceleración lineal sobre el cuerpo</i>	607
«Clima artificial» en la nave espacial sellada . . .	608
Ingravidez en el espacio	608
Bibliografía	609

44. Fisiología de la inmersión en aguas profundas y otras situaciones hiperbáricas	611
Efectos sobre el cuerpo de las presiones parciales de los gases elevadas	611
<i>Toxicidad del oxígeno a presiones elevadas . .</i>	612
<i>Descompresión del buceador tras la exposición a presiones elevadas</i>	614
Buceo con escafandra autónoma	616
Problemas fisiológicos especiales en los submarinos	616
Tratamiento con oxígeno hiperbárico	617
Bibliografía	617

UNIDAD IX

SISTEMA NERVIOSO

A. GENERALIDADES Y FISIOLÓGIA SENSITIVA

45. Organización del sistema nervioso; funciones elementales de las sinapsis y de las sustancias transmisoras	621
Estructura general del sistema nervioso	621
<i>La neurona, unidad funcional básica del sistema nervioso</i>	621
<i>Sistema nervioso sensitivo. Receptores sensitivos</i>	621
<i>Sistema nervioso motor o efector</i>	622
<i>El procesamiento de la información: función «integradora» del sistema nervioso</i>	623
<i>Almacenamiento de la información: la memoria</i>	623
Niveles principales de funcionamiento del sistema nervioso central	624
<i>El nivel medular</i>	624
<i>El nivel encefálico inferior o subcortical</i>	624
<i>El nivel cortical o encefálico superior</i>	624
Comparación del sistema nervioso con una computadora	625
Las sinapsis del sistema nervioso central	625
<i>Clases de sinapsis: químicas y eléctricas</i>	625
<i>Anatomía fisiológica de la sinapsis</i>	626
<i>Sustancias químicas que actúan como transmisores sinápticos</i>	629
<i>Fenómenos eléctricos durante la excitación neuronal</i>	631
<i>Fenómenos eléctricos de la inhibición neuronal</i>	634
<i>Funciones especiales de las dendritas en la excitación neuronal</i>	635
<i>Relación entre el estado de excitación de la neurona y la velocidad o descarga</i>	636

Algunas características especiales de la transmisión sináptica	637	<i>Los dermatomas, campos segmentarios de la sensación</i>	667
Bibliografía	638	Bibliografía	668
46. Receptores sensitivos; circuitos neuronales para el procesamiento de la información	641	48. Sensaciones somáticas: II. Sensaciones de dolor, de cefalea y térmica	669
Clases de receptores sensitivos y estímulos sensitivos detectados	641	Categorías y cualidades del dolor: dolor agudo y dolor sordo	669
<i>Sensibilidad diferencial de los receptores</i>	641	Receptores del dolor y estímulos dolorosos	669
Transducción de los estímulos sensitivos en impulsos nerviosos	643	<i>La velocidad de la lesión tisular estimula el dolor</i>	670
<i>Corrientes eléctricas locales en las terminaciones nerviosas: potenciales del receptor</i>	643	Doble transmisión de las señales del dolor al sistema nervioso central	671
<i>Adaptación de los receptores</i>	644	<i>Doble vía para conducir el dolor en la médula y el tronco encefálico: el haz neoespinotalámico y el haz paleoespinotalámico</i>	671
Fibras nerviosas que transmiten distintas clases de impulsos y su clasificación fisiológica	646	Sistema de supresión del dolor («analgesia») en el encéfalo y la médula espinal	673
Transmisión de las señales de distinta intensidad por los fascículos nerviosos: sumación espacial y temporal	646	<i>El sistema de opiáceos del encéfalo: endorfinas y encefalinas</i>	674
Transmisión y procesamiento de las señales en las agrupaciones neuronales	647	<i>Inhibición de la transmisión del dolor mediante impulsos sensitivos táctiles</i>	675
<i>Retransmisión de las señales a través de las agrupaciones neuronales</i>	648	<i>Tratamiento del dolor mediante estimulación eléctrica</i>	675
<i>Prolongación de una señal por una agrupación neuronal o «posdescarga»</i>	650	Dolor referido	675
Inestabilidad y estabilidad de los circuitos neuronales	652	Dolor visceral	675
<i>Los circuitos inhibidores como mecanismos de estabilización del funcionamiento del sistema nervioso central</i>	652	<i>Causas del dolor visceral verdadero</i>	675
<i>La fatiga sináptica como medio de estabilizar el sistema nervioso</i>	653	<i>Dolor parietal debido a una lesión visceral</i> ...	676
Bibliografía	653	<i>Localización del dolor visceral: vías de transmisión del dolor «visceral» y del dolor «parietal»</i>	676
47. Sensaciones somáticas: I. Organización general; los sentidos del tacto y de la posición	655	Algunas alteraciones clínicas del dolor y otras sensaciones somáticas	677
<i>Clasificación de los sentidos somáticos</i>	655	<i>Hiperalgesia</i>	677
Detección y transmisión de las sensaciones táctiles	655	<i>Síndrome talámico</i>	677
<i>Detección de las vibraciones</i>	657	<i>Herpes zóster («culebrilla»)</i>	678
<i>Cosquilleo y picor</i>	657	<i>Tic doloroso</i>	678
Vías sensitivas que transmiten los impulsos somáticos al sistema nervioso central	657	<i>Síndrome de Brown-Séquard</i>	678
<i>Sistema columna dorsal-lemnisco medial</i>	658	Cefalea	678
<i>Sistema anterolateral</i>	658	<i>Cefalea de origen intracraneal</i>	678
Transmisión por el sistema columna dorsal-lemnisco medial	658	<i>Clases de cefalea extracraneal</i>	679
<i>Anatomía del sistema columna dorsal-lemnisco medial</i>	658	Sensaciones térmicas	680
<i>Corteza de la sensibilidad somática</i>	659	<i>Receptores térmicos y su excitación</i>	680
<i>Áreas de asociación de la sensibilidad somática</i>	662	<i>Transmisión de las señales térmicas por el sistema nervioso</i>	681
<i>Características generales de la transmisión y el análisis de las señales en el sistema columna dorsal-lemnisco medial</i>	663	Bibliografía	681
<i>Interpretación de la intensidad de los estímulos sensoriales</i>	664		
<i>Estimación de la intensidad del estímulo</i>	665		
<i>Sentidos posturales</i>	665		
Transmisión de las señales sensitivas menos críticas por la vía anterolateral	666		
<i>Anatomía de la vía anterolateral</i>	666		
Aspectos especiales de la función de sensibilidad somática	667		
<i>La función del tálamo en las sensaciones somáticas</i>	667		
<i>Control cortical de la sensibilidad sensitiva. Señales «corticofugas»</i>	667		

UNIDAD X

EL SISTEMA NERVIOSO: B. LOS SENTIDOS ESPECIALES

49. El ojo: I. Óptica de la visión	685
Principios físicos de la óptica	685
<i>Refracción de la luz</i>	685
<i>Aplicación de los principios de refracción a las lentes</i>	686
<i>Distancia focal de una lente</i>	687
<i>Formación de una imagen por una lente convexa</i>	688
<i>Medición del poder de refracción de una lente. Dioptría</i>	688
Óptica del ojo	689
<i>El ojo como una cámara</i>	689
<i>Mecanismo de acomodación</i>	689
<i>El diámetro pupilar</i>	690
<i>Errores de refracción</i>	691

Área premotora	766	Función global de interpretación del lóbulo temporal superior posterior: «área de Wernicke» (área de interpretación general)	803
Área motora suplementaria	766	Funciones de la corteza parietoccipitotemporal del hemisferio no dominante	805
Algunas áreas especializadas del control motor que se encuentran en la corteza motora humana	767	Funciones intelectuales superiores del área de asociación prefrontal	805
Transmisión de las señales desde la corteza motora a los músculos	767	Función del cerebro en la comunicación: entrada y producción del lenguaje	806
Vías nerviosas aferentes a la corteza motora ..	769	Función del cuerpo calloso y de la comisura anterior para la transferencia de pensamientos, recuerdos, el aprendizaje y otras informaciones entre los dos hemisferios cerebrales	808
El núcleo rojo actúa como vía alternativa para la transmisión de señales corticales a la médula espinal	769	Pensamientos, conciencia y memoria	809
El sistema «extrapiramidal»	770	Memoria. Papeles de la facilitación e inhibición sinápticas	810
Excitación de las áreas de control motor de la médula espinal por la corteza motora primaria y el núcleo rojo	770	Memoria a corto plazo	810
Función del tronco encefálico en el control de la función motora	772	Memoria intermedia	811
Soporte antigravitatorio del cuerpo. Participación de los núcleos reticulares y vestibulares	772	Memoria a largo plazo	812
Sensaciones vestibulares y mantenimiento del equilibrio	774	Consolidación de la memoria	813
Aparato vestibular	774	Bibliografía	814
Función del utrículo y del sáculo en el mantenimiento del equilibrio estático	776	58. Mecanismos encefálicos de la conducta y la motivación. El sistema límbico y el hipotálamo	817
Detección de la rotación de la cabeza por los conductos semicirculares	776	Sistemas activadores-impulsores del encéfalo ..	817
Mecanismos vestibulares para la estabilización de los ojos	777	Control de la actividad cerebral por las señales excitadoras continuas del tronco encefálico ..	817
Otros factores relacionados con el equilibrio ..	777	Control neurohormonal de la actividad encefálica	819
Funciones de los núcleos del tronco encefálico en el control de movimientos estereotipados subconscientes	778	El sistema límbico	820
Bibliografía	779	Anatomía funcional del sistema límbico e importancia capital del hipotálamo	820
56. Cerebelo, ganglios basales y control motor general	781	El hipotálamo, un centro importante de control del sistema límbico	822
El cerebelo y sus funciones motoras	781	Funciones de control vegetativo y endocrino del hipotálamo	822
Áreas funcionales anatómicas del cerebelo ...	782	Funciones conductuales del hipotálamo y de las estructuras límbicas asociadas	824
Circuito neuronal del cerebelo	783	Función de «recompensa» y de «castigo» del sistema límbico	824
Función del cerebelo en el control motor general ..	787	Importancia de la recompensa y el castigo en la conducta	826
Anomalías clínicas del cerebelo	791	Funciones específicas de otras partes del sistema límbico	826
Ganglios basales. Sus funciones motoras	791	Funciones del hipocampo	826
Función de los ganglios basales en la ejecución de los patrones de actividad motora. El circuito del putamen	793	Funciones de la amígdala	827
Función de los ganglios basales en el control cognitivo de las secuencias de los patrones motores. El circuito del núcleo caudado ...	793	Función de la corteza límbica	828
Función de los ganglios basales para modificar la cronología y para graduar la intensidad de los movimientos	794	Bibliografía	828
Funciones de los neurotransmisores específicos del sistema de los ganglios basales	795	59. Estados de actividad encefálica: sueño; ondas cerebrales; epilepsia; psicosis	831
Síndromes clínicos secundarios a lesiones de los ganglios basales	795	Sueño	831
Integración de las múltiples partes del sistema de control motor general	796	Sueño de ondas lentas	831
Nivel espinal	797	Sueño REM (sueño paradójico, sueño desincronizado)	832
Nivel cerebral posterior	797	Teorías básicas sobre el sueño	832
Nivel de la corteza motora	797	Efectos fisiológicos del sueño	833
¿Qué nos pone en acción?	798	Ondas cerebrales	834
Bibliografía	798	Origen de las ondas cerebrales	835
57. Corteza cerebral; funciones intelectuales del cerebro; aprendizaje y memoria	799	Efectos de diversos grados de actividad cerebral sobre la frecuencia básica del EEG ...	835
Anatomía fisiológica de la corteza cerebral	799	Alteraciones del EEG en diferentes etapas de la vigilia y el sueño	835
Funciones de las áreas corticales específicas ...	800	Epilepsia	836
Áreas de asociación	801	Epilepsia de gran mal	836
		Epilepsia de pequeño mal	837
		Epilepsia focal	837

Conducta psicótica y demencia: funciones de los sistemas neurotransmisores específicos	837	<i>La obstrucción del flujo del líquido cefalorraquídeo produce hidrocefalia</i>	860
<i>Depresión y psicosis maniaco-depresiva: disminución de la actividad de los sistemas neurotransmisores de noradrenalina y de serotonina</i>	838	<i>Barreras hematocefalorraquídeas y hematoencefálicas</i>	860
<i>Esquizofrenia: posible hiperfunción de parte del sistema de la dopamina</i>	838	<i>Edema cerebral</i>	861
<i>Enfermedad de Alzheimer: placas de amiloide y pérdida de la memoria</i>	839	Metabolismo cerebral	861
Bibliografía	839	Bibliografía	854
60. El sistema nervioso autónomo y la médula suprarrenal	841		
Organización general del sistema nervioso autónomo	841		
<i>Anatomía fisiológica del sistema nervioso simpático</i>	841		
<i>Anatomía fisiológica del sistema nervioso parasimpático</i>	843		
Características básicas de la función simpática y parasimpática	843		
<i>Fibras colinérgicas y adrenérgicas. Secreción de acetilcolina o noradrenalina</i>	843		
<i>Receptores en los órganos efectores</i>	845		
<i>Acciones excitadoras e inhibitoras de la estimulación simpática y parasimpática</i>	846		
<i>Efectos de la estimulación simpática y parasimpática sobre órganos específicos</i>	846		
<i>Función de la médula suprarrenal</i>	848		
<i>Relación entre la tasa de estimulación y el grado de efecto simpático y parasimpático</i>	849		
<i>«Tono» simpático y parasimpático</i>	849		
<i>Hipersensibilidad por desnervación de los órganos simpáticos y parasimpáticos</i>	850		
Reflejos autónomos	850		
Estimulación aislada o masiva de órganos por los sistemas simpático y parasimpático	851		
<i>Respuesta de «alarma» o de «estrés» del sistema nervioso simpático</i>	851		
<i>Control bulbar, protuberancial y mesencefálico del sistema nervioso autónomo</i>	852		
Farmacología del sistema nervioso autónomo	853		
<i>Fármacos que actúan sobre los órganos efectores adrenérgicos: fármacos simpaticomiméticos</i>	853		
<i>Fármacos que actúan sobre los órganos efectores colinérgicos</i>	853		
<i>Fármacos que estimulan o bloquean las neuronas posganglionares simpáticas y parasimpáticas</i>	853		
Bibliografía	854		
61. Flujo sanguíneo cerebral, líquido cefalorraquídeo y metabolismo cerebral	855		
Flujo sanguíneo cerebral	855		
<i>Tasa normal del flujo sanguíneo cerebral</i>	855		
<i>Regulación del flujo sanguíneo cerebral</i>	855		
<i>Microcirculación cerebral</i>	857		
<i>Cuando se obstruyen los vasos sanguíneos cerebrales ocurre un «accidente cerebrovascular» o ictus</i>	857		
Sistema del líquido cefalorraquídeo	857		
<i>Función amortiguadora del líquido cefalorraquídeo</i>	858		
<i>Formación, flujo y absorción del líquido cefalorraquídeo</i>	858		
<i>Presión del líquido cefalorraquídeo</i>	859		
		UNIDAD XII	
		FISIOLOGÍA GASTROINTESTINAL	
		62. Principios generales de la función gastrointestinal: motilidad, control nervioso y circulación sanguínea	865
		Principios generales de la motilidad gastrointestinal	865
		<i>Características de la pared gastrointestinal</i>	865
		Control nervioso de la función gastrointestinal. Sistema nervioso entérico	868
		<i>Diferencias entre los plexos mientérico y submucoso</i>	868
		<i>Tipos de neurotransmisores secretados por las neuronas entéricas</i>	869
		<i>Control hormonal de la motilidad gastrointestinal</i>	870
		Tipos funcionales de movimientos en el tubo digestivo	871
		<i>Movimientos de propulsión. Peristaltismo</i>	871
		<i>Movimientos de mezcla</i>	871
		Flujo sanguíneo gastrointestinal. «Circulación esplácnica»	872
		<i>Anatomía del aporte sanguíneo gastrointestinal</i>	872
		<i>Efecto de la actividad gastrointestinal y de los factores metabólicos sobre el flujo sanguíneo gastrointestinal</i>	872
		<i>Control nervioso del flujo sanguíneo gastrointestinal</i>	874
		Bibliografía	874
		63. Tránsito y mezcla de los alimentos en el tubo digestivo	877
		Ingestión de los alimentos	877
		<i>Masticación</i>	877
		<i>Deglución</i>	878
		Funciones motoras del estómago	880
		<i>Función de almacenamiento del estómago</i>	880
		<i>Mezcla y propulsión de los alimentos en el estómago. Ritmo eléctrico básico del estómago</i>	880
		<i>Vaciamiento gástrico</i>	881
		<i>Regulación del vaciamiento gástrico</i>	882
		Movimientos del intestino delgado	883
		<i>Contracciones de mezcla (contracciones de segmentación)</i>	883
		<i>Movimientos de propulsión</i>	884
		<i>Función de la válvula ileocecal</i>	885
		Movimientos del colon	885
		<i>Defecación</i>	886
		Otros reflejos autónomos que afectan a la actividad intestinal	887
		Bibliografía	888
		64. Funciones secretoras del aparato digestivo	889
		Principios generales de la secreción en el tubo digestivo	889

<i>Tipos anatómicos de glándulas</i>	889
<i>Mecanismos básicos de estimulación de las glándulas del tubo digestivo</i>	889
<i>Mecanismos básicos de secreción de las células glandulares</i>	890
<i>Propiedades lubricantes y protectoras del moco e importancia del moco en el tubo digestivo</i>	891
Secreción de saliva	891
Secreción esofágica	893
Secreción gástrica	894
<i>Características de las secreciones gástricas</i> ..	894
<i>Regulación de la secreción gástrica por los mecanismos nerviosos y hormonales</i>	896
<i>Estimulación de la secreción gástrica de ácido</i>	896
<i>Regulación de la secreción de pepsinógeno</i> ...	897
<i>Fases de la secreción gástrica</i>	897
<i>Inhibición de la secreción gástrica por los factores intestinales</i>	897
<i>Composición química de la gastrina y de otras hormonas gastrointestinales</i>	898
Secreción pancreática	898
<i>Las enzimas digestivas del páncreas</i>	899
<i>Secreción de iones bicarbonato</i>	899
<i>Regulación de la secreción pancreática</i>	900
Secreción de bilis por el hígado; funciones de la vía biliar	901
<i>Anatomía fisiológica de la secreción biliar</i> ...	902
<i>Función de las sales biliares en la digestión y absorción de las grasas</i>	903
<i>Secreción hepática de colesterol y formación de cálculos biliares</i>	904
Secreciones del intestino delgado	905
<i>Secreción de moco por las glándulas de Brunner del duodeno</i>	905
<i>Secreción de los jugos digestivos intestinales por las criptas de Lieberkühn</i>	905
<i>Regulación de las secreciones del intestino delgado</i>	906
Secreciones del intestino grueso	906
Bibliografía	907
65. Digestión y absorción en el tubo digestivo ...	909
Digestión de los diversos alimentos	909
<i>Digestión de los hidratos de carbono</i>	910
<i>Digestión de las proteínas</i>	911
<i>Digestión de las grasas</i>	912
Principios básicos de la absorción gastrointestinal	913
<i>Bases anatómicas de la absorción</i>	913
<i>Mecanismos básicos de la absorción</i>	915
Absorción en el intestino delgado	915
<i>Absorción de agua</i>	915
<i>Absorción de iones</i>	915
<i>Absorción de los elementos nutritivos</i>	917
Absorción en el intestino grueso formación de las heces	918
Bibliografía	919
66. Fisiología de los trastornos digestivos	921
Alteraciones de la deglución y del esófago	921
Alteraciones del estómago	921
<i>Úlcera péptica</i>	922
Trastornos del intestino delgado	923
<i>Digestión anormal de los alimentos en el intestino delgado. Insuficiencia pancreática</i>	923
<i>Malabsorción por la mucosa del intestino delgado. Esprue</i>	924
Trastornos del intestino grueso	924

<i>Estreñimiento</i>	924
<i>Diarrea</i>	925
<i>Parálisis de la defecación en las lesiones de la médula espinal</i>	925
Trastornos generales del tubo digestivo	926
<i>Vómitos</i>	926
<i>Náuseas</i>	927
<i>Obstrucción gastrointestinal</i>	927
<i>Gases en el tubo digestivo y «flatulencia»</i>	927
Bibliografía	854

UNIDAD XIII

METABOLISMO Y REGULACIÓN DE LA TEMPERATURA

67. Metabolismo de los hidratos de carbono y formación del trifosfato de adenosina	931
<i>Liberación de energía de los alimentos y concepto de «energía libre»</i>	931
<i>Papel del trifosfato de adenosina en el metabolismo</i>	931
Papel central de la glucosa en el metabolismo de los hidratos de carbono	932
Transporte de la glucosa a través de la membrana celular	933
<i>La insulina aumenta la difusión facilitada de la glucosa</i>	933
<i>Fosforilación de la glucosa</i>	933
Almacenamiento de glucógeno en el hígado y en el músculo	933
<i>Glucogénesis</i>	933
<i>Utilización del glucógeno almacenado. Glucogenólisis</i>	934
Liberación de energía de la molécula de glucosa por ruta glucolítica	934
<i>Glucólisis; formación de ácido pirúvico</i>	934
<i>Conversión del ácido pirúvico en acetilcoenzima A</i>	935
<i>Ciclo del ácido cítrico</i>	935
<i>Formación de grandes cantidades de ATP por la oxidación del hidrógeno (proceso de la fosforilación oxidativa)</i>	936
<i>Resumen de la formación de ATP durante la degradación de la glucosa</i>	937
<i>Control de la liberación de energía a partir del glucógeno almacenado cuando el organismo necesita más energía: efecto de las concentraciones intracelulares de ATP y ADP para controlar la glucólisis</i>	938
<i>Liberación anaerobia de energía. «Glucólisis anaerobia»</i>	938
Liberación de energía a partir de la glucosa por la ruta de las pentosas fosfato	939
<i>Conversión de la glucosa en glucógeno o grasa</i>	940
Formación de hidratos de carbono a partir de las proteínas y de las grasas. «Gluconeogénesis» ..	940
Glucosa sanguínea	940
Bibliografía	940
68. Metabolismo de los lípidos	941
Transporte de los lípidos en los líquidos corporales	941
<i>Transporte de los triglicéridos y de otros lípidos del tubo digestivo por la linfa: los quilomicrones</i>	941

<i>Transporte de los ácidos grasos en la sangre en combinación con la albúmina: los «ácidos grasos libres»</i>	942	71. Balances energéticos; regulación de la alimentación; obesidad y ayuno prolongado; vitaminas y minerales	967
<i>Las lipoproteínas. Su función especial en el transporte del colesterol y de los fosfolípidos</i>	942	Las entradas y salidas de energía están equilibradas en condiciones estacionarias	967
Depósitos de grasa	943	Balances alimenticios	967
<i>Tejido adiposo</i>	943	<i>Energía de los alimentos</i>	967
<i>Lípidos hepáticos</i>	943	<i>Métodos para determinar la utilización metabólica de las proteínas, los hidratos de carbono y las grasas</i>	968
Uso energético de los triglicéridos y formación de trifosfato de adenosina	943	Regulación de la ingestión de alimentos y del almacenamiento de energía	969
<i>Formación de ácido acetoacético en el hígado y su transporte en la sangre</i>	945	<i>Los centros nerviosos regulan la ingestión de alimentos</i>	969
<i>Síntesis de triglicéridos a partir de los hidratos de carbono</i>	946	<i>Factores que regulan la cantidad de alimento que se ingiere</i>	971
<i>Síntesis de triglicéridos a partir de las proteínas</i>	946	Obesidad	972
Regulación de la liberación de energía a partir de los triglicéridos	946	<i>Regulación anormal de la alimentación como causa patológica de obesidad</i>	973
<i>Obesidad</i>	948	<i>Tratamiento de la obesidad</i>	973
Fosfolípidos y colesterol	948	Inanición	974
<i>Fosfolípido</i>	948	Ayuno prolongado	974
<i>Colesterol</i>	949	Vitaminas	975
<i>Funciones estructurales celulares de los fosfolípidos y del colesterol, especialmente para las membranas</i>	949	<i>Vitamina A</i>	975
Aterosclerosis	950	<i>Tiamina (vitamina B₁)</i>	975
<i>Causas básicas de la aterosclerosis. Papeles del colesterol y de las lipoproteínas</i>	950	<i>Niacina</i>	976
<i>Otros factores que llevan a la aterosclerosis</i> ..	951	<i>Riboflavina (vitamina B₂)</i>	976
<i>Prevención de la aterosclerosis</i>	951	<i>Vitamina B₁₂</i>	976
Bibliografía	951	<i>Ácido fólico (ácido pteroilglutámico)</i>	977
69. Metabolismo de las proteínas	953	<i>Piridoxina (vitamina B₆)</i>	977
Propiedades básicas	953	<i>Ácido pantoténico</i>	977
<i>Aminoácidos</i>	953	<i>Ácido ascórbico (vitamina C)</i>	977
Transporte y almacenamiento de los aminoácidos	955	<i>Vitamina D</i>	978
<i>Aminoácidos de la sangre</i>	955	<i>Vitamina E</i>	978
<i>Almacenamiento de los aminoácidos como proteínas en las células</i>	955	<i>Vitamina K</i>	978
Funciones de las proteínas plasmáticas	956	Metabolismo mineral	978
<i>Aminoácidos esenciales y no esenciales</i>	956	Bibliografía	980
<i>Uso de las proteínas para producir energía</i> ..	957	72. Energética e índice metabólico	981
<i>Degradación obligatoria de las proteínas</i>	958	Funciones del trifosfato de adenosina (ATP) como «moneda energética» del metabolismo	981
Regulación hormonal del metabolismo proteico ..	958	<i>Funciones de la fosfocreatina como depósito accesorio de energía y como un «amortiguador de ATP»</i>	982
Bibliografía	958	<i>Energía anaerobia frente a aerobia</i>	982
70. El hígado como órgano	961	<i>Resumen de la utilización de la energía por las células</i>	983
Anatomía fisiológica del hígado	961	Control de la liberación de energía en la célula ..	983
Los sistemas vascular y linfático del hígado ...	962	Índice metabólico	985
<i>El flujo sanguíneo hepático desde la vena porta y la arteria hepática</i>	962	<i>Medición del índice metabólico de todo el organismo</i>	985
<i>El hígado actúa como depósito de sangre</i>	962	Metabolismo energético y factores que modifican las salidas de energía	986
<i>El hígado posee un flujo linfático muy grande</i> ..	962	<i>Requerimientos energéticos globales para las actividades diarias</i>	986
<i>El sistema de macrófagos hepáticos actúa como depurador de la sangre</i>	963	<i>Metabolismo basal o gasto energético mínimo para la supervivencia</i>	986
Funciones metabólicas del hígado	963	<i>Energía empleada para las actividades físicas</i>	987
<i>Metabolismo de los hidratos de carbono</i>	963	<i>Energía utilizada para procesar los alimentos. Efectos termogénico de los alimentos</i>	988
<i>Metabolismo de las grasas</i>	963	<i>Energía utilizada para la termogénesis sin escalofríos. Papel de la estimulación simpática</i> ..	988
<i>Metabolismo de las proteínas</i>	963	Bibliografía	988
<i>Funciones metabólicas diversas del hígado</i> ..	964	73. Temperatura corporal, regulación de la temperatura y fiebre	989
Medición de la bilirrubina en la bilis como herramienta clínica diagnóstica	964	Temperaturas normales del cuerpo	989
<i>La ictericia, exceso de bilirrubina en los líquidos extracelulares</i>	965		
Bibliografía	966		

La temperatura corporal se regula por el equilibrio entre la producción y la pérdida de calor	989
<i>Producción de calor</i>	989
<i>Pérdida de calor</i>	990
Regulación de la temperatura corporal. Función del hipotálamo	994
<i>Mecanismos efectores neuronales que reducen o aumentan la temperatura corporal</i>	995
<i>El concepto de «punto de ajuste» para el control de la temperatura</i>	997
<i>Control conductual de la temperatura corporal</i>	998
<i>Reflejos locales de la temperatura cutánea</i> ...	998
Alteraciones de la regulación de la temperatura corporal	999
<i>Fiebre</i>	999
<i>Características de las enfermedades febriles</i> ..	1000
Bibliografía	1001

UNIDAD XIV

ENDOCRINOLOGÍA Y REPRODUCCIÓN

74. Introducción a la endocrinología	1005
Coordinación de las funciones corporales por los mensajeros químicos	1005
Estructura química y síntesis de las hormonas .	1006
Secreción, transporte y eliminación de las hormonas de la sangre	1008
<i>Control de la secreción hormonal por retroacción</i>	1009
<i>Transporte de las hormonas en la sangre</i>	1009
<i>«Eliminación» de las hormonas de la sangre</i> .	1009
Mecanismos de acción de las hormonas	1010
<i>Receptores hormonales y su activación</i>	1010
<i>Señalización intracelular tras la activación del receptor hormonal</i>	1011
<i>Mecanismos de segundo mensajero que participan en las funciones hormonales intracelulares</i>	1011
<i>Hormonas que actúan principalmente sobre la maquinaria genética de la célula</i>	1013
Medición de la concentración hormonal en la sangre	1014
<i>El radioinmunoanálisis</i>	1014
Bibliografía	1015
75. Hormonas hipofisarias y su control por el hipotálamo	1017
La hipófisis y su relación con el hipotálamo	1017
El hipotálamo controla la secreción hipofisaria .	1018
<i>Sistema porta hipotalámico-hipofisario</i>	1019
Funciones fisiológicas de la hormona de crecimiento	1020
<i>La hormona de crecimiento estimula el crecimiento de numerosos tejidos corporales</i>	1020
<i>Efectos metabólicos de la hormona de crecimiento</i>	1020
<i>La hormona de crecimiento estimula el crecimiento de los huesos y los cartílagos</i>	1022
<i>La hormona de crecimiento ejerce gran parte de su efecto a través de sustancias intermedias denominadas «somatomedinas» (llamadas también «factores de crecimiento insulinoide»)</i>	1023

<i>Regulación de la secreción de hormona de crecimiento</i>	1023
<i>Anomalías de la secreción de hormona de crecimiento</i>	1025
La neurohipófisis y su relación con el hipotálamo	1027
<i>Estructura química de la ADH y de la oxitocina</i>	1027
<i>Funciones fisiológicas de la ADH</i>	1028
<i>Hormona oxitócica</i>	1029
Bibliografía	1029
76. Hormonas metabólicas tiroideas	1031
Síntesis y secreción de las hormonas metabólicas tiroideas	1031
<i>Necesidad de yodo para la formación de tiroxina</i>	1031
<i>Bomba de yoduro (atrapamiento de los yoduros)</i>	1032
<i>La tiroglobulina y los principios químicos de la formación de tiroxina y triyodotironina</i>	1032
<i>Liberación de tiroxina y triyodotironina de la glándula tiroidea</i>	1033
<i>Transporte de la tiroxina y la triyodotironina a los tejidos</i>	1034
Funciones fisiológicas de las hormonas tiroideas	1034
<i>Las hormonas tiroideas aumentan la transcripción de un gran número de genes</i>	1034
<i>Las hormonas tiroideas elevan la actividad metabólica celular</i>	1035
<i>Efecto de la hormona tiroidea sobre el crecimiento</i>	1035
<i>Efectos de la hormona tiroidea sobre determinados mecanismos corporales</i>	1035
Regulación de la secreción de hormona tiroidea	1037
<i>La secreción adenohipofisaria de TSH está regulada por la hormona liberadora de tirotropina del hipotálamo</i>	1038
<i>Efecto de retroacción de la hormona tiroidea sobre la adenohipófisis: disminución de la secreción de TSH</i>	1039
<i>Sustancias antitiroideas</i>	1039
Enfermedades del tiroides	1040
<i>Hipertiroidismo</i>	1040
<i>Hipotiroidismo</i>	1041
Bibliografía	1043
77. Hormonas de la corteza suprarrenal	1045
Síntesis y secreción de hormonas corticosuprarrenales	1045
Funciones de los mineralocorticoides. Aldosterona	1048
<i>Efectos renales y circulatorios de la aldosterona</i>	1049
<i>La aldosterona estimula el transporte de sodio y de potasio por las glándulas sudoríparas, las glándulas salivales y las células del epitelio intestinal</i>	1050
<i>Mecanismo celular de la acción de la aldosterona</i>	1050
<i>Regulación de la secreción de aldosterona</i> ...	1051
Funciones de los glucocorticoides	1052
<i>Efectos del cortisol sobre el metabolismo de los hidratos de carbono</i>	1052
<i>Efectos del cortisol sobre el metabolismo de las proteínas</i>	1053
<i>Efectos del cortisol sobre el metabolismo de las grasas</i>	1053
<i>El cortisol ayuda a resistir el estrés y la inflamación</i>	1054

Otros efectos del cortisol	1055	Hormona paratiroidea	1089
Mecanismo celular de la acción del cortisol ..	1056	Efecto de la hormona paratiroidea sobre las concentraciones de calcio y de fosfato en el líquido extracelular	1090
Regulación de la secreción de cortisol por la hormona adrenocorticotropa de la hipófisis	1056	Control de la secreción paratiroidea por las concentraciones de iones calcio	1092
Andrógenos suprarrenales	1058	Calcitonina	1092
Alteraciones de la secreción corticosuprarrenal .	1058	Resumen del control de la concentración de calcio iónico	1093
Hipofunción suprarrenal y enfermedad de Addison	1058	Fisiopatología de la hormona paratiroidea, de la vitamina D y de las enfermedades óseas	1094
Hiperfunción suprarrenal y síndrome de Cushing	1059	Hipoparatiroidismo	1094
Aldosteronismo primario (síndrome de Conn)	1060	Hiperparatiroidismo primario	1095
Síndrome adrenogenital	1060	Hiperparatiroidismo secundario	1095
Bibliografía	1061	Raquitismo: déficit de vitamina D	1095
78. Insulina, glucagón y diabetes mellitus	1063	Fisiología de los dientes	1097
La insulina y sus efectos metabólicos	1063	Función de las diferentes partes de los dientes	1097
Efecto de la insulina sobre el metabolismo de los hidratos de carbono	1065	Dentición	1098
Efecto de la insulina sobre el metabolismo lipídico	1067	Intercambio mineral en los dientes	1098
Efecto de la insulina sobre el metabolismo de las proteínas y sobre el crecimiento	1069	Anomalías dentarias	1099
Regulación de la secreción de insulina	1070	Bibliografía	1099
Otros factores que estimulan la secreción de insulina	1071	80. Funciones reproductoras y hormonales del varón (y función de la glándula pineal)	1101
Papel de la insulina (y de otras hormonas) en el «cambio» entre el metabolismo de los hidratos de carbono y de los lípidos	1072	Anatomía fisiológica de los órganos sexuales masculinos	1101
El glucagón y sus funciones	1072	Espermatogénesis	1101
Efectos sobre el metabolismo de la glucosa ...	1072	Etapas de la espermatogénesis	1101
Regulación de la secreción de glucagón	1073	Función de las vesículas seminales	1104
La somatostatina inhibe la secreción de glucagón y de insulina	1074	Función de la glándula prostática	1104
Resumen sobre la regulación de la glucemia ...	1074	Semen	1104
Diabetes mellitus	1075	Espermatogénesis anormal y fertilidad del varón	1106
Diabetes de tipo I. Ausencia de producción de insulina por las células beta del páncreas ..	1075	El acto sexual masculino	1107
Diabetes de tipo II. Resistencia a los efectos metabólicos de la insulina	1076	Estimulación neuronal para la realización del acto sexual masculino	1107
Bases fisiológicas de las pruebas diagnósticas	1077	Etapas del acto sexual masculino	1107
Tratamiento de la diabetes	1078	Testosterona y otras hormonas sexuales masculinas	1108
Insulinoma e hiperinsulinismo	1078	Secreción, metabolismo y química de las hormonas sexuales masculinas	1108
Bibliografía	1079	Funciones de la testosterona	1109
79. Hormona paratiroidea, calcitonina, metabolismo del calcio y del fosfato, vitamina D, huesos y dientes	1081	Mecanismo intracelular básico de la acción de la testosterona	1111
Consideraciones generales de la regulación del calcio y el fosfato en el líquido extracelular y en el plasma	1081	Control de las funciones sexuales masculinas por hormonas del hipotálamo y de la adenohipófisis	1112
El calcio en el plasma y en el líquido intersticial	1081	Anomalías de la función sexual masculina	1114
Fosfato inorgánico en los líquidos extracelulares	1082	Hipogonadismo en el varón	1114
Efectos fisiológicos extraóseos de las variaciones de las concentraciones de calcio y de fosfato en los líquidos corporales	1082	Tumores testiculares e hipergonadismo en el varón	1114
Absorción y excreción de calcio y fosfato	1083	La glándula pineal: sus funciones en el control de la fertilidad estacional en algunos animales ..	1115
El hueso y sus relaciones con el calcio y el fosfato extracelulares	1084	Bibliografía	1115
Precipitación y absorción de calcio y de fosfato en el hueso. Equilibrio con los líquidos extracelulares	1084	81. Fisiología femenina antes de la gestación y hormonas femeninas	1117
Intercambio de calcio entre el hueso y el líquido extracelular	1085	Anatomía fisiológica de los órganos sexuales femeninos	1117
Depósito y absorción de hueso: remodelado óseo	1085	Sistema hormonal femenino	1117
Vitamina D	1087	El ciclo ovárico mensual y la función de las gonadotropinas	1118
Acciones de la vitamina D	1088	Hormonas gonadotropas y sus efectos sobre los ovarios	1118
		Crecimiento del folículo ovárico: la fase «folicular» del ciclo ovárico	1119
		Ovulación	1120

<i>El cuerpo lúteo. La fase «luteínica» del ciclo ovárico</i>	1121	<i>Composición de la leche y desgaste metabólico de la madre debido a la lactación</i>	1150
<i>Resumen</i>	1122	<i>Bibliografía</i>	1150
Funciones de las hormonas ováricas: estradiol y progesterona	1122	83. Fisiología fetal y neonatal	1153
<i>Química de las hormonas sexuales</i>	1122	Crecimiento y desarrollo funcional del feto	1153
<i>Funciones de los estrógenos: sus efectos sobre los caracteres sexuales femeninos primarios y secundarios</i>	1123	<i>Desarrollo de los sistemas orgánicos</i>	1153
<i>Funciones de la progesterona</i>	1125	Adaptación del lactante a la vida extrauterina .	1155
<i>El ciclo endometrial mensual y la menstruación</i>	1125	<i>Comienzo de la respiración</i>	1155
Regulación del ritmo mensual femenino: interrelación entre las hormonas ováricas e hipotálamico-hipofisarias	1127	<i>Reajustes circulatorios al nacer</i>	1156
<i>Oscilación de retroacción del sistema hipotálamico-hipofisario-ovárico</i>	1128	<i>Nutrición del recién nacido</i>	1158
<i>Pubertad y menarquía</i>	1129	Problemas funcionales especiales del neonato ..	1158
<i>Menopausia</i>	1130	<i>Aparato respiratorio</i>	1159
Anomalías de la secreción ovárica	1130	<i>Circulación</i>	1159
El acto sexual femenino	1131	<i>Equilibrio hidroelectrolítico, equilibrio ácido-básico y función renal</i>	1160
<i>Bibliografía</i>	1133	<i>Función hepática</i>	1160
82. Embarazo y lactancia	1135	<i>Digestión, absorción y metabolismo de los alimentos energéticos; la nutrición</i>	1160
Maduración y fecundación del óvulo	1135	<i>Inmunidad</i>	1161
<i>Paso del óvulo fecundado a través de la trompa de Falopio</i>	1136	<i>Problemas endocrinos</i>	1162
<i>Implantación del blastocisto en el útero</i>	1137	Problemas especiales de la inmadurez	1161
Nutrición precoz del embrión	1137	<i>Desarrollo inmaduro del lactante prematuro</i> .	1161
Función de la placenta	1137	<i>Inestabilidad de los sistemas de control homeostático de los lactantes prematuros</i>	1161
<i>Desarrollo y anatomía fisiológica de la placenta</i>	1137	<i>Riesgo de ceguera por el tratamiento de los lactantes prematuros con una cantidad excesiva de oxígeno</i>	1161
Factores hormonales en el embarazo	1140	Crecimiento y desarrollo del niño	1162
<i>Gonadotropina coriónica humana y su función de mantenimiento del cuerpo lúteo e inhibición de la menstruación</i>	1140	<i>Desarrollo del comportamiento</i>	1162
<i>Secreción de estrógenos por la placenta</i>	1141	<i>Bibliografía</i>	1163
<i>Secreción de progesterona por la placenta</i>	1141		
<i>Somatomamotropina coriónica humana</i>	1142		
<i>Otros factores hormonales durante el embarazo</i>	1142		
Respuesta del organismo de la madre al embarazo	1143		
El parto	1145		
<i>Aumento de la excitabilidad uterina al final del embarazo</i>	1145		
<i>Comienzo del parto. La teoría de la retracción positiva</i>	1146		
<i>Contracciones musculares abdominales durante el parto</i>	1147		
<i>Mecánica del parto</i>	1147		
<i>Separación y alumbramiento de la placenta</i> ..	1147		
<i>Dolores del parto</i>	1147		
<i>Involución del útero tras el parto</i>	1147		
Lactancia	1148		
<i>Desarrollo de las mamas</i>	1148		
<i>Comienzo de la lactancia: función de la prolactina</i>	1148		
<i>Proceso de eyección («subida» o «suelta») de la secreción láctea: función de la oxitocina</i> ...	1149		

UNIDAD XV

FISIOLOGÍA DE LOS DEPORTES

84. Fisiología de los deportes	1167
<i>El hombre y la mujer deportistas</i>	1167
Los músculos durante el ejercicio	1168
<i>Fuerza, potencia y resistencia de los músculos</i>	1168
<i>Sistemas metabólicos del músculo durante el ejercicio</i>	1169
<i>Nutrientes utilizados durante la actividad muscular</i>	1172
<i>Efectos del entrenamiento físico sobre los músculos y su rendimiento</i>	1172
La respiración durante el ejercicio	1173
El sistema cardiovascular durante el ejercicio ..	1175
El calor corporal durante el ejercicio	1177
Líquidos corporales y sal durante el ejercicio ...	1178
Deportistas y consumo de fármacos	1178
Mantenerse en forma prolonga la vida	1178
<i>Bibliografía</i>	1179
Índice	1181